



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월06일

(11) 등록번호 10-2286771

(24) 등록일자 2021년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/23 (2010.01) G01S 19/04 (2010.01)

G01S 19/07 (2010.01) G06F 17/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01S 19/23 (2013.01)

G01S 19/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0064128

(22) 출원일자 2021년05월18일

심사청구일자 2021년05월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR100376657 B1

KR102052364 B1

KR100265465 B1

KR1020180041212 A

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

박병운

서울특별시 양천구 목동서로2길 22, 108동 901호
(목동, 한신청구아파트)

임철순

경기도 부천시 오정구 고강로56번길 15, 101동
302호(원종동, 보강에버그린빌라)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 노영철

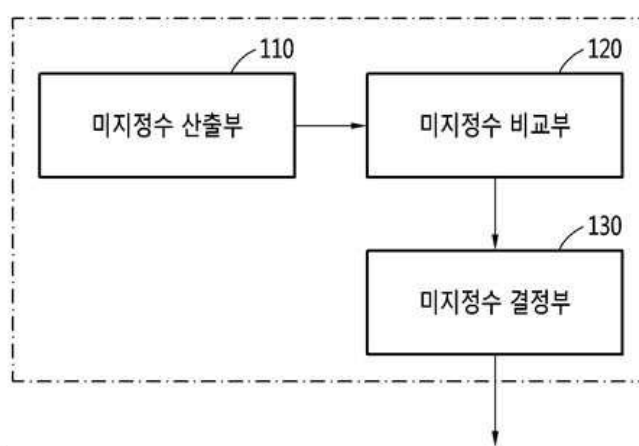
(54) 발명의 명칭 GNSS 반송파 측정치의 미지정수 결정장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 GNSS 반송파 측정치의 미지정수 결정장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 미지정수 결정장치는 복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch)마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 복수의 에폭 중 어느 하나의 에폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출하는 미지정수 산출부와, 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 에폭에서 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단하는 미지정수 비교부 및 일치 여부의 판단 결과에 기초하여 타겟 에폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정하는 미지정수 결정부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

G01S 19/07 (2021.01)

G06F 17/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116145
과제번호	2018-0-01423-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105604
과제번호	2017M1B3A2A01049995
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	무인이동체미래선도핵심기술개발(R&D)
연구과제명	저고도 무인비행장치 교통관리체계 실증을 위한 GNSS 및 다중센서 기반 정밀통합 항
법기술 개발 및 실증	
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한국항공우주연구원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch) 마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 상기 복수의 에폭 중 어느 하나의 에폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출하는 미지정수 산출부;

상기 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 에폭에서 상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단하는 미지정수 비교부 및

상기 일치 여부를 판단 결과에 기초하여 상기 타겟 에폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정하는 미지정수 결정부를 포함하는 미지정수 결정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 결정된 타겟 미지정수 해에 기초한 연산을 통해 상기 타겟 에폭에서의 타겟 정밀 위치해를 산출하는 미지정수 결정장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해가 상기 복수의 위성 모두에서 일치하는 것으로 판단되면, 상기 산출된 제2 미지정수 해를 상기 타겟 미지정수 해로 결정하는

미지정수 결정장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해가 상기 복수의 위성 모두에서 일치하지 않는 것으로 판단되면, 상기 복수의 위성 중 상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해가 일치하는 공통 위성의 미지정수 해를 공통 미지정수 해로 산출하고, 상기 산출된 제1 미지정수 해, 상기 산출된 제2 미지정수 해 및 상기 산출된 공통 미지정수 해에 기초하여 상기 타겟 미지정수 해를 결정하는

미지정수 결정장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 산출된 제1 미지정수 해에 기초하여 제1 정밀 위치해를 산출하고, 상기 산출된 제2 미지정수 해에 기초하여 제2 정밀 위치해를 산출하며, 상기 산출된 공통 미지정수 해에 기초하여 공통 정밀 위치해를 산출하는

미지정수 결정장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 산출된 제1 정밀 위치해와 상기 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제1 오차 성분과, 상기 산출된 제2 정밀 위치해와 상기 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제2 오차 성분을 산출하고, 상기 산출된 제1 오차 성분과 상기 산출된 제2 오차 성분의 크기를 비교하며, 상기 오차 성분의 크기의 비교 결과에 기초하여 상기 타겟 미지정수 해를 결정하는

미지정수 결정장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 산출된 제1 미지정수 해, 상기 산출된 제2 미지정수 해 및 상기 산출된 공통 미지정수 해 각각에 대한 측정치 잔차를 연산하고, 상기 연산된 측정치 잔차들에 기초하는 잔차 비율 테스트를 수행하며, 상기 잔차 비율 테스트의 수행 결과에 기초하여 상기 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 판단하는

미지정수 결정장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 연산된 측정치 잔차들을 카이 제곱(χ^2) 값을 이용하여 정규화하고, 상기 정규화된 측정치 잔차들에 기초하는 상기 잔차 비율 테스트를 수행하는

미지정수 결정장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 잔차 비율 테스트는,

상기 산출된 공통 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차와 상기 산출된 제1 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차 사이의 제1 잔차 비율과, 상기 산출된 공통 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차와 상기 산출된 제2 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차 사이의 제2 잔차 비율을 산출하고, 상기 산출된 제1 잔차 비율과 상기 산출된 제2 잔차 비율이 기설정된 임계 범위를 초과하면 상기 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단하는

미지정수 결정장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 미지정수 결정부는,

상기 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단되면, 상기 산출된 공통 정밀 위치해에 기초하여 상기 복수의 위성 중 상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해가 일치하지 않는 위성들의 비공통 미지정수 해를 산출하고, 상기 산출된 비공통 미지정수 해에 기초하여 상기 타겟 미지정수 해를 재결정하는

미지정수 결정장치.

청구항 11

미지정수 산출부에서, 복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch)마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 상기 복수의 에폭 중 어느 하나의 에폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출하는 단계;

미지정수 비교부에서, 상기 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 에폭에서 상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 상기 산출된 제1 미지정수 해와 상기 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단하는 단계 및

미지정수 결정부에서, 상기 일치 여부의 판단 결과에 기초하여 상기 타겟 에폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정하는 단계

를 포함하는 미지정수 결정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미지정수 결정장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 서로 다른 방식으로 산출된 미지정수 해를 비교하여 타겟 미지정수 해를 결정하고, 결정된 타겟 미지정수 해를 이용하여 정밀 측위를 수행하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복수의 위성을 이용하여 수신기의 위치를 측정하는 위성항법 시스템(Global Navigation Satellite System, GNSS)은 그 편리성과 정확도로 인하여 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다.

[0003] 일반적으로 GNSS는 하나의 수신기에 적어도 하나의 안테나를 연결하고 C/A(Coarse/Acquisition) 혹은 P(Precision)코드를 이용하여 지구상의 절대위치를 구하는 방식을 주로 사용하며, C/A코드의 경우 위성궤도 및 대기권 지연 오차 등에 의하여 약 30m(2dRMS(Root Mean Square))의 오차를 가진다.

[0004] 이를 극복하기 위해 사전에 알고 있는 위치(기준국)에서 각 위성의 측정치에 포함된 오차를 추정하고 이를 주위의 다른 수신기에 전파함으로써 전리층 지연, 대류권 지연 및 위성궤도의 오차를 상쇄시켜 수 m이하의 정확도를 얻을 수 있는 DGNS(Differential GNSS)도 널리 사용되고 있다.

[0005] 그러나, DGNS에서 정밀 측위를 수행하기 위해서는 이중 차분(Double Differencing)된 반송파(Carrier wave) 정보에 포함되어 있는 미지정수(Integer Ambiguity)를 결정하는 과정이 선행되어야 한다. 여기서, 미지정수는 임의의 사이클 수로 관측된 반송파 위상의 초기 바이어스로서, 초기의 위성 관측치는 GPS수신기가 GPS신호를 처음 획득 하였을 때 만들어지는데 이 때 위성과 수신기 사이에 정확한 사이클 수를 알 수가 없으므로 사이클 정수에 대한 모호성분이 생기며, 이를 미지정수라 지칭한다.

[0006] 즉, 미지정수는 위성과 수신기 사이에 존재하는 반송파의 정현파수(위상수)를 말하는 것으로, 이중차분에 의해서도 반송파 측정치에 존재하는 미지정수가 소거되지 않으므로 이를 정확하게 계산해야만 위치 정확도를 높일 수 있다.

[0007] 이에, 보다 정확하게 미지정수를 결정하기 위한 연구가 지속되고 있으나, 기존의 연구에서는 결정된 미지정수에 대응되는 에폭(Epoch)에서의 사이클 슬립 또는 반송파 측정치 이상 현상의 발생 가능성을 고려하지 않아, 결정된 미지정수에 대한 신뢰도가 떨어지며, 이로 인해 위치 측정의 정확도가 감소하는 문제가 발생되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0441761호, "영공간 행렬을 이용하지 않는 제한 조건식 미지정수 결정방법을 이용한 항체의 위치 및 자세 측정방법"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-0946167호, "GPS 반송파 측정값의 미지정수 결정방법"

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2052364호, "반송파 위상 GPS를 이용한 정밀 위치 추정 시스템 및 방법"

비특허문헌

- [0009] (비특허문헌 0001) Jonge, Paul & Tiberius, C.C.J.M.. (1998). The LAMBDA method for integer ambiguity estimation: implementation aspects. Delft Geodetic Computing Centre LGR Series. 12.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 서로 다른 방식을 통해 산출된 복수의 미지정수 해를 서로 비교하고 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 미지정수 결정장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 타겟 에폭에서의 사이클 슬립 또는 반송파 측정치 이상 현상의 발생 가능성을 고려하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 정밀 측위의 정확도를 향상시킬 수 있는 미지정수 결정장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 미지정수 결정장치는 복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch) 마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 복수의 에폭 중 어느 하나의 에폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출하는 미지정수 산출부와, 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 에폭에서 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단하는 미지정수 비교부 및 일치 여부의 판단 결과에 기초하여 타겟 에폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정하는 미지정수 결정부를 포함할 수 있다.
- [0013] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 결정된 타겟 미지정수 해에 기초한 연산을 통해 타겟 에폭에서의 타겟 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0014] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 복수의 위성 모두에서 일치하는 것으로 판단되면, 산출된 제2 미지정수 해를 타겟 미지정수 해로 결정할 수 있다.
- [0015] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 복수의 위성 모두에서 일치하지 않는 것으로 판단되면, 복수의 위성 중 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 일치하는 공통 위성의 미지정수 해를 공통 미지정수 해로 산출하고, 산출된 제1 미지정수 해, 산출된 제2 미지정수 해 및 산출된 공통 미지정수 해에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정할 수 있다.
- [0016] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 산출된 제1 미지정수 해에 기초하여 제1 정밀 위치해를 산출하고, 산출된 제2 미지정수 해에 기초하여 제2 정밀 위치해를 산출하며, 산출된 공통 미지정수 해에 기초하여 공통 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 산출된 제1 정밀 위치해와 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제1 오차 성분과, 산출된 제2 정밀 위치해와 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제2 오차 성분을 산출하고, 산출된 제1 오차 성분과 산출된 제2 오차 성분의 크기를 비교하며, 오차 성분의 크기의 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정할 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 산출된 제1 미지정수 해, 산출된 제2 미지정수 해 및 산출된 공통 미지정수 해 각각에 대한 측정치 잔차를 연산하고, 연산된 측정치 잔차들에 기초하는 잔차 비율 테스트를 수행하며, 잔차 비율 테스트의 수행 결과에 기초하여 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 판단할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 연산된 측정치 잔차들을 카이 제곱(χ^2) 값을 이용하여 정규화하고, 정규화된 측정치 잔차들에 기초하는 잔차 비율 테스트를 수행할 수 있다.

[0020] 일측에 따르면, 잔차 비율 테스트는 산출된 공통 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차와 산출된 제1 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차 사이의 제1 잔차 비율과, 산출된 공통 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차와 산출된 제2 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차 사이의 제2 잔차 비율을 산출하고, 산출된 제1 잔차 비율과 산출된 제2 잔차 비율이 기설정된 임계 범위를 초과하면 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단할 수 있다.

[0021] 일측에 따르면, 미지정수 결정부는 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단되면, 산출된 공통 정밀 위치해에 기초하여 복수의 위성 중 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 일치하지 않는 위성들의 비공통 미지정수 해를 산출하고, 산출된 비공통 미지정수 해에 기초하여 타겟 미지정수 해를 재결정할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 미지정수 산출부에서 복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch) 마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 복수의 에폭 중 어느 하나의 에폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출하는 단계와, 미지정수 비교부에서 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 에폭에서 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단하는 단계 및 미지정수 결정부에서 일치 여부를 판단 결과에 기초하여 타겟 에폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 일실시예에 따르면, 본 발명은 서로 다른 방식을 통해 산출된 복수의 미지정수 해를 서로 비교하고 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 높일 수 있다.

[0024] 일실시예에 따르면, 본 발명은 타겟 에폭에서의 사이클 슬립 또는 반송파 측정치 이상 현상의 발생 가능성을 고려하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 정밀 측위의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 일실시예에 따른 미지정수 결정장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 미지정수 결정방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 미지정수 결정방법에서 위치 영역 검사 과정을 수행하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 미지정수 결정방법에서 측정치 잔차 검사 과정을 수행하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0027] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0028] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0030] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0033] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0035] 도 1은 일실시예에 따른 미지정수 결정장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 미지정수 결정장치(100)는 서로 다른 방식을 통해 산출된 복수의 미지정수 해를 서로 비교하고 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 높일 수 있다.
- [0037] 또한, 미지정수 결정장치(100)는 타겟 에폭에서의 사이클 슬립 또는 반송파 측정치 이상 현상의 발생 가능성을 고려하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 정밀 측위의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0038] 예를 들면, 미지정수 결정장치(100)는 위성항법 시스템(GNSS)의 수신기에 구비될 수 있다.
- [0039] 구체적으로, 실시간 이동 측위 과정에서는 하기 수학식1과 같이 사용자(즉, 수신기)와 기준국 반송파 측정치 간의 이중차분 측정치를 활용하여 사용자의 정밀 위치해를 산출(y)할 수 있다.
- [0040] [수학식1]
- [0041]
$$y = \Delta \nabla \Phi - \Delta \nabla d = \Delta \nabla T - \Delta \nabla I + \lambda \Delta \nabla N + \Delta \nabla \varepsilon_{\Phi}$$
- [0042] 여기서, $\Delta \nabla$ 는 이중 차분된 값, Φ 는 반송파 측정치, d는 위성과 수신기 사이의 거리 값, T 는 대류층 오차, I 는 전리층 오차, λ 는 위성항법 주파수의 파장의 길이, N 은 미지정수, ε_{Φ} 는 반송파 측정치에 따른 잡음을 의미한다.
- [0043] 이때 cm급 정확도를 지닌 미지정수 고정해를 산출하기 위해서는 수학식1에 포함된 미지정수 항($\Delta \nabla N$)을 결정해야 하는데, 미지정수 결정장치(100)는 두 가지 방식을 통해 미지정수 고정해를 산출할 수 있다.
- [0044] 보다 구체적으로, 미지정수 결정장치(100)는 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch)마다 실수 영역에서의 미지정수와 이에 대한 공분산 행렬을 추정하고, 이를 바탕으로 정수 영역에서의 미지정수를 결정하는 제1 방식을 이용하여 미지정수 고정해(이하, 신속 결정된 미지정수 고정해)를 산출할 수 있다.
- [0045] 또한, 미지정수 결정장치(100)는 복수의 에폭 중 특정 에폭에서 미지정수가 결정되고 나면, 그 이후 에폭부터는 기 결정된 미지정수를 그대로 활용하는 제2 방식을 이용하여 타겟 에폭(일례로, 현재 시각에 대응되는 현재 에폭)에서의 미지정수 고정해(이하, 기존 미지정수 고정해)를 산출하는 제2 방식을 수행할 수 있다.
- [0046] 만약, 임의의 에폭에서 제1 내지 제2 방식을 기반으로 결정된 미지정수가 복수의 위성 모두에 대하여 동일한 경우에는 제2 방식으로 결정된 기존 미지정수 고정해를 신뢰하고, 해당 미지정수를 기반으로 사용자(수신기)의 정밀 위치해를 산출할 수 있다. 그러나, 일부 위성에 대하여, 두가지 방식에 따라 결정된 미지정수 값이 상이한 경우, 현재 에폭에서의 사이클 슬립 또는 반송파 측정치 이상 현상이 발생했을 가능성이 존재한다.
- [0047] 이에, 미지정수 결정장치(100)는 제1 내지 제2 방식을 통합하여 결정된 타겟 미지정수 고정해에 대한 신뢰도를

높일 수 있다.

[0048] 이를 위해, 미지정수 결정장치(100)는 미지정수 산출부(110), 미지정수 비교부(120) 및 미지정수 결정부(130)를 포함할 수 있다.

[0049] 일실시예에 따른 미지정수 산출부(110)는 복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 예폭마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 복수의 예폭 중 어느 하나의 예폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출할 수 있다.

[0050] 구체적으로, 제1 미지정수 해는 신속 결정된 미지정수 고정해일 수 있으며, 제2 미지정수 해는 기존 미지정수 고정해일 수 있다. 또한, 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 각각에 대응되는 미지정수 값의 집합을 포함할 수 있다.

[0051] 예를 들면, 제1 미지정수 해(N1)는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 각각에 대응되는 제1 미지정수 해의 집합({N₁₁, N₁₂, ..., N_{1m}})을 포함하고, 제2 미지정수 해(N2)는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 각각에 대응되는 제2 미지정수 해의 집합({N₂₁, N₂₂, ..., N_{2m}})을 포함할 수 있다.

[0052] 미지정수 고정해가 결정되면 수학식 2에 의해 결정된 미지정수에 의한 고정 위치해(fixed position) \tilde{b} 를 산출할 수 있다.

[0053] [수학식2]

$$\tilde{b} = \hat{b} - Q_{\hat{b}\hat{a}} Q_{\hat{a}}^{-1} (\hat{a} - \tilde{a})$$

[0054] 여기서, b는 기저선 벡터 또는 위치 벡터, a는 미지정수 항, Q_a 는 미지정수 항에 대한 공분산 행렬, Q_{ba} 는 미지정수/기저선 벡터 항에 대한 공분산 행렬, 첨자 $\tilde{}$ 는 미지정수가 정수해로 고정된 고정해(fixed solution), 첨자 $\hat{}$ 는 미지정수를 정수가 아닌 유리수로 결정한 유동해(float solution)를 의미한다.

[0055] 일실시예에 따른 미지정수 비교부(120)는 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 예폭에서, 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단할 수 있다.

[0056] 예를 들면, 타겟 시각(t_k)은 기설정된 시간 구간에서 제2 미지정수 해가 산출되는 시각(t_{N2}) 이후의 시각을 의미할 수 있다(즉, t_k > t_{N2}). 바람직하게는 타겟 시각은 현재 시각일 수 있으며, 타겟 예폭은 현재 시각에 대응되는 현재 예폭일 수 있다.

[0057] 즉, 일실시예에 따른 미지정수 결정장치(100)는 미지정수 해를 결정하는 과정을 실시간으로 수행할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 미지정수 해를 결정하는 과정을 기설정된 주기마다 수행할 수도 있다.

[0058] 구체적으로, 미지정수 비교부(120)는 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 복수의 위성(1, 2, ..., m)에서 모두 일치하는지를 판단할 수 있다.

[0059] 보다 구체적으로, 미지정수 비교부(120)는 복수의 위성 중 제1 위성에 대응되는 제1 미지정수 해(N₁₁)와 제2 미지정수 해(N₂₁)의 일치 여부를 판단하고, 마찬가지로 방법으로 순차적으로 제m 위성에 대응되는 제1 미지정수 해(N_{1m})과 제2 미지정수 해(N_{2m})의 일치 여부를 판단할 수 있다.

[0060] 일실시예에 따른 미지정수 결정부(130)는 미지정수 비교부(120)를 통한 일치 여부의 판단 결과에 기초하여 타겟 예폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정할 수 있다.

[0061] 또한, 미지정수 결정부(130)는 결정된 타겟 미지정수 해에 기초한 연산을 통해 타겟 예폭에서의 타겟 정밀 위치 해를 산출할 수 있다.

[0062] 일측에 따르면, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 복수의 위성 모두에서 일치하는 것으로 판단되면, 산출된 제2 미지정수 해를 타겟 미지정수 해로 결정할 수 있다.

- [0064] 다시 말해, 미지정수 결정부(130)는 제1 미지정수 해 및 제2 미지정수 해가 모든 위성에서 동일할 경우, 기존 미지정수 고정해인 제2 미지정수 해를 신뢰하고, 고정해를 확정하여 믿을 수 있는 수신기의 정밀 위치를 산출할 수 있다.
- [0065] 반면, 미지정수 결정부(130)는 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 일부 위성에서 서로 다른 경우, 위치 영역 검사 과정 및 측정치 잔차 검사 과정을 포함하는 참 미지정수 결정 과정을 수행할 수 있다.
- [0066] 이하에서는, 미지정수 결정부(130)에서 참 미지정수 결정 과정을 수행하는 예시에 대하여 설명하기로 한다.
- [0067] 우선, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 복수의 위성 모두에서 일치하지 않는 것으로 판단되면, 복수의 위성 중 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 일치하는 공통 위성의 미지정수 해를 공통 미지정수 해로 산출하고, 산출된 제1 미지정수 해, 산출된 제2 미지정수 해 및 산출된 공통 미지정수 해에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정하는 위치 영역 검사 과정을 수행할 수 있다.
- [0068] 예를 들면, 미지정수 결정부(130)는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 중 제1 위성 내지 제n 위성(1, 2, ..., n)(여기서, $n \leq m$)에 대응되는 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 일치하면, 제1 위성 내지 제n 위성(1, 2, ..., n)을 공통 위성으로 결정하고, 공통 위성으로 결정된 제1 위성 내지 제n 위성(1, 2, ..., n)의 미지정수 해의 집합($C=\{N_1, N_2, \dots, N_n\}$)을 공통 미지정수 해로 산출할 수 있다.
- [0069] 구체적으로, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 미지정수 해에 기초하여 수학적식 2에 의해 제1 정밀 위치해를 산출하고, 산출된 제2 미지정수 해에 기초하여 제2 정밀 위치해를 산출하며, 산출된 공통 미지정수 해(C)에 기초하여 공통 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0070] 다음으로, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 정밀 위치해(\vec{X}_{M1})와 산출된 공통 정밀 위치해(\vec{X}_M) 간의 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)과, 산출된 제2 정밀 위치해(\vec{X}_{M2})와 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제2 오차 성분($\delta\vec{X}_{M2}$)을 산출하고, 산출된 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)과 산출된 제2 오차 성분($\delta\vec{X}_{M2}$)의 크기를 비교하며, 오차 성분의 크기의 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정할 수 있다.
- [0071] 보다 구체적으로, 미지정수 결정부(130)는 하기 수학적식3과 같이 공통 정밀 위치해(\vec{X}_M) 대비 제1 정밀 위치해(\vec{X}_{M1})의 차이값 연산을 통해 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)을 산출하고, 하기 수학적식4와 같이 공통 정밀 위치해(\vec{X}_M) 대비 제2 정밀 위치해(\vec{X}_{M2})의 차이값 연산을 통해 제2 오차 성분($\delta\vec{X}_{M2}$)을 산출할 수 있다.
- [0072] [수학적식3]
- [0073]
$$\|\delta\vec{X}_{M1}\| = \|\vec{X}_{M1} - \vec{X}_M\|$$
- [0074] [수학적식4]
- [0075]
$$\|\delta\vec{X}_{M2}\| = \|\vec{X}_{M2} - \vec{X}_M\|$$
- [0076] 여기서, \vec{X} 는 3차원 위치정보, $\delta\vec{X}$ 는 각 정밀 위치해간의 위치 오차, 첨자 M, M1, M2 각각은 공통 정밀 위치해, 제1 정밀 위치해, 제2 정밀 위치해를 의미한다.
- [0077] 또한, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)과 산출된 제2 오차 성분($\delta\vec{X}_{M2}$)의 크기를 비교하여 오차의 크기가 작은 미지정수 해의 조합을 최종 미지정수 해로 결정하고, 이를 기반으로 타겟 예측에서의 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0078] 예를 들면, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)과 산출된 제2 오차 성분($\delta\vec{X}_{M2}$) 중 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)의 크기가 더 작은 경우, 제1 오차 성분($\delta\vec{X}_{M1}$)에 대응되는 제1 미지정수 해를 타겟 미지정수

해로 결정할 수 있다.

[0079] 한편, 미지정수 결정부(130)는 위치 영역 검사 과정이 완료되면, 산출된 제1 미지정수 해, 산출된 제2 미지정수 해 및 산출된 공통 미지정수 해 각각에 대한 측정치 잔차를 연산하고, 연산된 측정치 잔차들에 기초하는 잔차 비율 테스트를 수행하며, 잔차 비율 테스트의 수행 결과에 기초하여 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 판단하는 측정치 잔차 검사 과정을 수행할 수 있다.

[0080] 다시 말해, 미지정수 결정부(130)는 잔차 비율 테스트를 수행하는 측정치 잔차 검사 과정의 결과에 따라 위치 영역 검사 과정을 통해 결정된 타겟 미지정수 해와, 이에 대응되는 타겟 정밀 위치해의 활용 여부를 결정할 수 있다.

[0081] 구체적으로, 미지정수 결정부(130)는 산출된 제1 미지정수 해, 산출된 제2 미지정수 해 및 산출된 공통 미지정수 해 각각을 하기 수학식5에 대입하여, 제1 미지정수 해에 대응되는 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_{M1}^i$), 제2 미지정수 해에 대응되는 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_{M2}^i$), 공통 미지정수 해에 대응되는 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_M^i$)를 산출할 수 있다.

[0082] [수학식5]

$$\begin{aligned}\delta\Phi &= z - Hb' \\ &= z - H((H^TH)^{-1}H^T(z - \Lambda a')) \\ &= z - H(H^TH)^{-1}H^Tz + H(H^TH)^{-1}H^T\Lambda a' \\ &= (I - H(H^TH)^{-1}H^T)z + H(H^TH)^{-1}H^T\Lambda a' \\ &= (I - H(H^TH)^{-1}H^T)(Hb + \Lambda a) + H(H^TH)^{-1}H^T\Lambda a' \\ &= (I - H(H^TH)^{-1}H^T)\Lambda a + H(H^TH)^{-1}H^T\Lambda a'\end{aligned}$$

[0083]

[0084] 여기서, $\delta\Phi$ 는 반송파 측정치 잔차, z 는 a 는 미지정수 항, I 는 전리층 오차, H 는 기저선 벡터 항에 대한 디자인 행렬, '는 전치(Transpose)행렬, Λ 는 미지정수 항에 대한 디자인 행렬을 의미한다.

[0085] 이때, 미지정수가 정확히 결정되어 측정치 잔차($\delta\Phi$)를 구성하는 모든 값에 반송파 측정치의 잡음만 남는다면, 공통 위성의 잡음과 제1 정밀 위치해 및 제2 정밀 위치해에 기초하여 연산된 측정치 잡음, 즉 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_M^i$), 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_{M1}^i$) 및 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_{M2}^i$)는 같은 속성을 가지는 집합이라 할 수 있으며, 이 두 집합간의 잡음 특성의 속성 같은지 여부를 판단하는 지표로 정규화된 잔차 합의 비율을 연산하는 잔차 비율 테스트를 이용할 수 있다.

[0086] 이에, 미지정수 결정부(130)는 연산된 측정치 잔차들을 카이 제곱(χ^2) 값을 이용하여 정규화하고, 정규화된 측정치 잔차들에 기초하는 잔차 비율 테스트를 수행할 수 있다.

[0087] 예를 들면, 미지정수 결정부(130)는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 중 공통 위성을 (1, 2, ..., n)이라 하면, 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_{M1}^i$), 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_{M2}^i$) 및 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차($\delta\Phi_M^i$)는 하기 수학식6 내지 수학식8과 같이 카이 제곱(χ^2)을 통해 정규화(ν)될 수 있다.

[0088] [수학식6]

$$v_M = \frac{\delta\Phi_M^T Q_M^{-1} \delta\Phi_M}{\chi^2(n-4, \alpha)}$$

[0089]

[0090] [수학식7]

$$v_{M1} = \frac{\delta\Phi_{M1}^T Q_{M1}^{-1} \delta\Phi_{M1}}{\chi^2(m-4, \alpha)}$$

[0091]

[0092] [수학식8]

$$v_{M2} = \frac{\delta\Phi_{M2}^T Q_{M2}^{-1} \delta\Phi_{M2}}{\chi^2(m-4, \alpha)}$$

[0093]

[0094] 여기서, α 는 유의수준에 해당하는 확률을 의미하고, Q는 각 잔차의 공분산을 의미한다. 또한, 상술한 수학식6 내지 수학식8에서 $n-4$, $m-4$ 는 각 측정치의 자유도를 의미하는데, 사용한 주파수와 위성군에 따라 구성된 측정치의 자유도는 달라질 수 있다.

[0095] 즉, 미지정수 결정부(130)는 수학식6 내지 수학식8을 통해 정규화된 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_{M1})와, 정규화된 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_{M2}) 및 정규화된 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_M)를 이용하여 잔차 비율 테스트를 수행할 수 있다.

[0096] 보다 구체적으로, 잔차 비율 테스트는 하기 수학식9와 같이 공통 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차(즉, 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_M))와 제1 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차(즉, 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_{M1})) 사이의 제1 잔차 비율($RATIO_{M1}$)과, 공통 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차(즉, 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_M))와 제2 미지정수 해에 대응되는 측정치 잔차(즉, 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차(ν_{M2})) 사이의 제2 잔차 비율($RATIO_{M2}$)을 산출하고, 산출된 제1 잔차 비율($RATIO_{M1}$)과 산출된 제2 잔차 비율($RATIO_{M2}$)이 기설정된 임계 범위를 초과하면 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단할 수 있다.

[0097] [수학식9]

$$RATIO_{M1} = \frac{\nu_{M1}}{\nu_M}$$

$$RATIO_{M2} = \frac{\nu_{M2}}{\nu_M}$$

[0098]

[0099] 다시 말해, 미지정수 결정부(130)는 제1 잔차 비율($RATIO_{M1}$)과 제2 잔차 비율($RATIO_{M2}$)이 기설정된 임계 범위 임계값 이내이면 두 집합의 잡음 특성이 유사하다고 판단할 수 있고, 임계값 초과이면 두 집합의 잡음 특성이 상이하다고 판정할 수 있다.

[0100] 즉, 미지정수 결정부(130)는 위치 영역 검사 과정을 통해 제1 미지정수 해가 타겟 미지정수 해로 결정되더라도, 측정치 영역 검사 과정에서 잔차 비율의 값이 기설정된 임계범위를 초과하면, 제1 미지정수 해 및 이에 대응되는 제1 정밀 위치해를 신뢰할 수 없다고 판단할 수 있다.

[0101] 일측에 따르면, 미지정수 결정부(130)는 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단되면, 산출된 공통 정밀 위치해에 기초하여 복수의 위성 중 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 일치하지 않는 위성들의 비공통 미지정수 해를 산출하고, 산출된 비공통 미지정수 해에 기초하여 타겟 미지정수 해를 재결정할 수 있다.

[0102] 구체적으로, 미지정수 결정부(130)는 공통 정밀 위치해를 기준으로, 비공통 미지정수 해를 산출하고, 산출된 비공통 미지정수 해를 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 일치하지 않는 위성들에 적용한 후 공통 위성들과 함

게 사용자의 위치를 산출하며, 산출된 위치에 기초한 잔차 테스트를 수행한 후, 조건이 만족되면 대응되는 타겟 미지정수 해를 타겟 미지정수 해로 결정할 수 있다.

- [0104] 도 2는 일실시예에 따른 미지정수 결정방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 다시 말해, 도 2는 도 1을 통해 설명한 일실시예에 따른 미지정수 결정장치의 동작방법을 설명하기 위한 도면으로, 이후 실시예 도 2를 통해 설명하는 내용 중 도 1을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0106] 도 2를 참조하면, 210 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 미지정수 산출부에서 복수의 위성으로부터 수신되는 위성 신호에 기초하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 복수의 에폭(Epoch) 마다 새로 결정되는 제1 미지정수 해를 산출하고, 복수의 에폭 중 어느 하나의 에폭에서 결정되는 제2 미지정수 해를 산출할 수 있다.
- [0107] 구체적으로, 제1 미지정수 해는 신속 결정된 미지정수 고정해일 수 있으며, 제2 미지정수 해는 기존 미지정수 고정해일 수 있다. 또한, 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 각각에 대응되는 미지정수 값의 집합을 포함할 수 있다.
- [0108] 예를 들면, 제1 미지정수 해(N1)는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 각각에 대응되는 제1 미지정수 해의 집합(N1₁, N1₂, ..., N1_m)을 포함하고, 제2 미지정수 해(N2)는 복수의 위성(1, 2, ..., m) 각각에 대응되는 제2 미지정수 해의 집합(N2₁, N2₂, ..., N2_m)을 포함할 수 있다.
- [0109] 다음으로, 220 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 미지정수 비교부에서 기설정된 시간 구간 중 타겟 시각에 대응되는 타겟 에폭에서 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해를 비교하여, 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단할 수 있다.
- [0110] 예를 들면, 타겟 시각(t_k)은 기설정된 시간 구간에서 제2 미지정수 해가 산출되는 시각(t_{N2}) 이후의 시각을 의미할 수 있다(즉, t_k > t_{N2}). 바람직하게는 타겟 시각은 현재 시각일 수 있으며, 타겟 에폭은 현재 시각에 대응되는 현재 에폭일 수 있다.
- [0111] 즉, 220 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 미지정수 해를 결정하는 과정을 실시간으로 수행할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 미지정수 해를 결정하는 과정을 기설정된 주기마다 수행할 수도 있다.
- [0112] 구체적으로, 220 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 복수의 위성(1, 2, ..., m)에서 모두 일치하는지를 판단할 수 있다.
- [0113] 다음으로, 230 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 미지정수 결정부에서 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해의 일치 여부를 판단 결과에 기초하여 타겟 에폭에서의 타겟 미지정수 해를 결정할 수 있다.
- [0114] 또한, 230 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 미지정수 결정부에서 결정된 타겟 미지정수 해에 기초한 연산을 통해 타겟 에폭에서의 타겟 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0115] 일측에 따르면, 230 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 복수의 위성 모두에서 일치하는 것으로 판단되면, 산출된 제2 미지정수 해를 타겟 미지정수 해로 결정할 수 있다.
- [0116] 다시 말해, 230 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 미지정수 해 및 제2 미지정수 해가 모든 위성에서 동일할 경우, 기존 미지정수 고정해인 제2 미지정수 해를 신뢰하고, 고정해를 확정하여 믿을 수 있는 수신기의 정밀 위치를 산출할 수 있다.
- [0117] 반면, 230 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 일부 위성에서 서로 다른 경우, 위치 영역 검사 과정 및 측정치 잔차 검사 과정을 포함하는 참 미지정수 결정 과정을 수행할 수 있다.
- [0118] 일실시예에 따른 참 미지정수 결정 과정은 이후 실시예 도 3 내지 도 4를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0120] 도 3은 일실시예에 따른 미지정수 결정방법에서 위치 영역 검사 과정을 수행하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- [0121] 도 3을 참조하면, 이하에서 도 3을 통해 설명하는 310 단계 내지 380 단계는 도 2의 230 단계에서 수행될 수 있

다.

- [0122] 310 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 복수의 위성 모두에서 일치하지 않는 것으로 판단되면, 복수의 위성 중 산출된 제1 미지정수 해와 산출된 제2 미지정수 해가 일치하는 공통 위성의 미지정수 해를 공통 미지정수 해로 산출할 수 있다.
- [0123] 예를 들면, 310 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 복수의 위성(1, 2, ..., m) 중 제1 위성 내지 제n 위성(1, 2, ..., n)(여기서, $n \leq m$)에 대응되는 제1 미지정수 해와 제2 미지정수 해가 일치하면, 제1 위성 내지 제n 위성(1, 2, ..., n)을 공통 위성으로 결정하고, 공통 위성으로 결정된 제1 위성 내지 제n 위성(1, 2, ..., n)의 미지정수 해의 집합(N_1, N_2, \dots, N_n)을 공통 미지정수 해로 산출할 수 있다.
- [0124] 다음으로, 320 단계 내지 340 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 미지정수 해에 기초하여 제1 정밀 위치해를 산출하고, 제2 미지정수 해에 기초하여 제2 정밀 위치해를 산출하며, 공통 미지정수 해에 기초하여 공통 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0125] 다음으로, 350 단계 내지 360 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 산출된 제1 정밀 위치해와 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제1 오차 성분과, 산출된 제2 정밀 위치해와 산출된 공통 정밀 위치해 간의 제2 오차 성분을 산출할 수 있다.
- [0126] 다음으로, 370 단계 내지 380 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 산출된 제1 오차 성분과 산출된 제2 오차 성분의 크기를 비교하며, 오차 성분의 크기의 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정할 수 있다.
- [0127] 구체적으로, 370 단계 내지 380 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 산출된 제1 오차 성분과 산출된 제2 오차 성분의 크기를 비교하여 오차의 크기가 작은 미지정수 해의 조합을 최종 미지정수 해로 결정하고, 이를 기반으로 타겟 애플리케이션의 정밀 위치해를 산출할 수 있다.
- [0129] 도 4는 일실시예에 따른 미지정수 결정방법에서 측정치 잔차 검사 과정을 수행하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- [0130] 도 4를 참조하면, 이하에서 도 4를 통해 설명하는 410 단계 내지 460 단계는 도 2의 230 단계에서 수행될 수 있다.
- [0131] 410 단계 내지 430 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 미지정수 해, 제2 미지정수 해 및 공통 미지정수 해 각각에 대한 측정치 잔차를 연산할 수 있으며, 연산된 각각의 측정치 잔차를 정규화할 수 있다.
- [0132] 구체적으로, 410 단계 내지 430 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 측정치 잔차의 연산 과정을 통해 제1 미지정수 해에 대응되는 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차, 제2 미지정수 해에 대응되는 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차 및 공통 미지정수 해에 대응되는 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차를 산출할 수 있다.
- [0133] 또한, 410 단계 내지 430 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 연산된 측정치 잔차들을 카이 제곱(χ^2) 값을 이용하여 정규화할 수 있다.
- [0134] 다음으로, 440 단계 내지 450 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트와 제2 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트를 수행할 수 있다.
- [0135] 구체적으로, 440 단계 내지 450 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 정규화된 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차와 정규화된 제1 정밀 위치해의 측정치 잔차에 기초하는 제1 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트와, 정규화된 공통 정밀 위치해의 측정치 잔차와 정규화된 제2 정밀 위치해의 측정치 잔차에 기초하는 제2 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트를 수행할 수 있다.
- [0136] 다음으로, 460 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트와 제2 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트의 수행 결과에 기초하여, 위치 영역 검사 과정을 통해 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 판단할 수 있다.
- [0137] 구체적으로, 460 단계에서 일실시예에 따른 미지정수 결정방법은 제1 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트를 통해 산출되는 제1 잔차 비율과, 제2 정밀 위치해 기반의 잔차 비율 테스트를 통해 산출되는 제2 잔차 비율이 기설정된 임계 범위를 초과하면 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도가 낮은 것으로 판단할 수 있다.

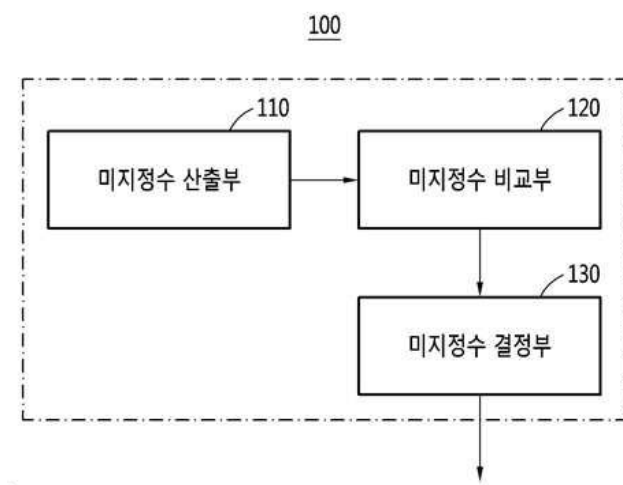
- [0139] 결국, 본 발명을 이용하면, 서로 다른 방식을 통해 산출된 복수의 미지정수 해를 서로 비교하고 비교 결과에 기초하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 결정된 타겟 미지정수 해에 대한 신뢰도를 높일 수 있다.
- [0140] 또한 본 발명을 이용하면, 타겟 애플리케이션에서의 사이클 슬립 또는 반송과 측정치 이상 현상의 발생 가능성을 고려하여 타겟 미지정수 해를 결정함으로써, 정밀 측위의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0142] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0143] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0144] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

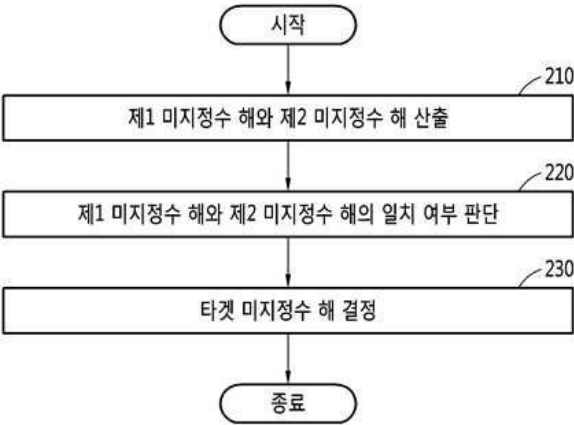
- [0146] 100: 미지정수 결정장치 110: 미지정수 산출부
120: 미지정수 비교부 130: 미지정수 결정부

도면

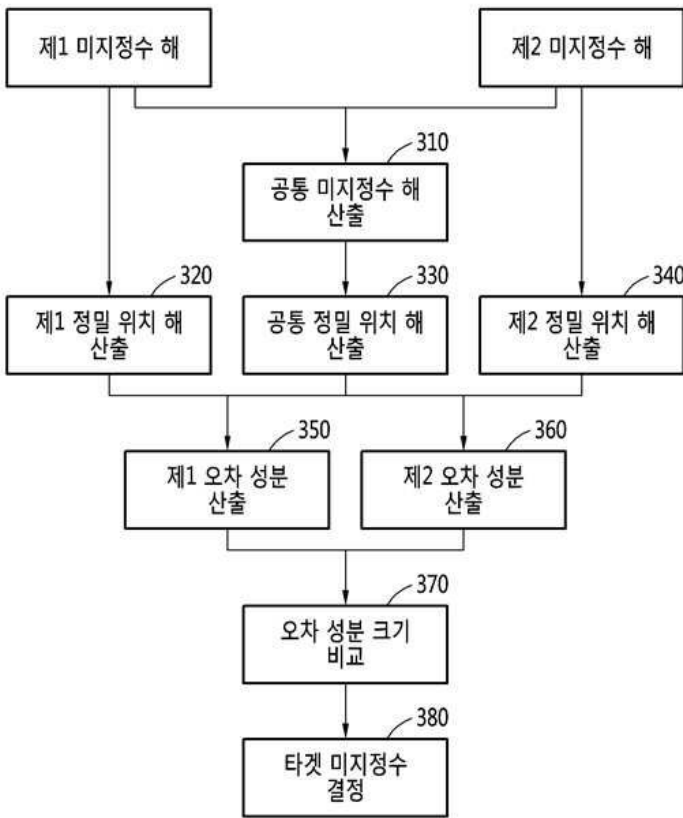
도면1



도면2



도면3



도면4

